

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO

Matej Milošević

**Virtualna oprema prostora prikazana
z Oculus Rift očali**

DIPLOMSKO DELO
UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI PROGRAM PRVE STOPNJE
RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKA

MENTOR: izr. prof. dr. Peter Peer

Ljubljana, 2016

Besedilo je oblikovano z urejevalnikom besedil \LaTeX .

Fakulteta za računalništvo in informatiko izdaja naslednjo nalogo:

Tematika naloge:

Virtualna oprema prostora prikazana z Oculus Rift očali

Opis:

Razvite aplikacijo, ki bo omogočala načrtovanje, opremljanje in vizualizacijo 3D prostora. Glavna cilja sta dobra uporabniška izkušnja ter podpora popolni potopitvi v navidezni svet s pomočjo Oculus Rift očal. Pri tem si pomagajte s sorodnimi izdelki, ki jih preučite in opišite. Razvito aplikacijo ustrezno ovrednotite ter primerjajte s sorodnimi izdelki.

IZJAVA O AVTORSTVU ZAKLJUČNEGA DELA

Spodaj podpisani Matej Milošević, vpisna številka 63060405, avtor zaključnega dela z naslovom:

Virtualna oprema prostora prikazana z Oculus Rift očali (angl. *Virtual space equipment rendered using Oculus Rift glasses*)

IZJAVLJAM

1. da sem pisno zaključno delo študija izdelal samostojno pod mentorstvom izr. prof. dr. Peter Peer;
2. da je tiskana oblika pisnega zaključnega dela študija istovetna elektronski obliki pisnega zaključnega dela študija;
3. da sem pridobil/-a vsa potrebna dovoljenja za uporabo podatkov in avtorskih del v pisnem zaključnem delu študija in jih v pisnem zaključnem delu študija jasno označil/-a;
4. da sem pri pripravi pisnega zaključnega dela študija ravnal/-a v skladu z etičnimi načeli in, kjer je to potrebno, za raziskavo pridobil/-a soglasje etične komisije;
5. soglašam, da se elektronska oblika pisnega zaključnega dela študija uporabi za preverjanje podobnosti vsebine z drugimi deli s programsko opremo za preverjanje podobnosti vsebine, ki je povezana s študijskim informacijskim sistemom članice;
6. da na UL neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravico shranitve avtorskega dela v elektronski obliki, pravico reproduciranja ter pravico dajanja pisnega zaključnega dela študija na voljo javnosti na svetovnem spletu preko Repozitorija UL;
7. dovoljujem objavo svojih osebnih podatkov, ki so navedeni v pisnem zaključnem delu študija in tej izjavi, skupaj z objavo pisnega zaključnega dela študija.

V Ljubljani, dne 8. decembra 2016

Podpis študenta/-ke:

Kazalo

Povzetek

Abstract

1	Uvod	1
2	Pregled obstoječih aplikacij za načrtovanje ureditve prostora	3
2.1	Floorplanner	3
2.2	Autodesk Homestyler	3
2.3	Roomsketcher	5
2.4	Primerjava	5
3	Naprave za navidezno resničnost	9
3.1	Opcije na trgu	10
3.2	Oculus Rift	13
3.3	Primerjava	14
4	Razvoj lastne aplikacije	17
4.1	Razvojno okolje Unity	17
4.2	Arhitektura rešitve	18
4.3	Vnos prostora in pohištva	25
4.4	Shranjevanje prostora	27
4.5	Vizualizacija prostora z Oculus Rift	29
4.6	Glavne implementacijske posebnosti	31
4.7	Ovrednotenje rešitve	32

5 Zaključek	35
Literatura	37

Povzetek

Naslov: Virtualna oprema prostora prikazana z Oculus Rift očali

V diplomski nalogi je predstavljen razvoj aplikacije za načrtovanje in opremljanje prostora. Aplikacija omogoča vnos večnadstropnih prostorov in opreme zanje. Uporabnik si lahko z uporabo Oculus Rift očal prostor ogleda v 3D. Predstavljeni so še nekateri programi za načrtovanje prostora, ki omogočajo ogled načrta prostora v 3D, predvsem pa tisti, ki delujejo znotraj brskalnika brez potrebe po namestitvi programske opreme. Podana je tudi primerjava med obstoječimi rešitvami in našo aplikacijo. Glavna prednost predstavljene aplikacije glede na obstoječe je vsekakor vizualizacija z uporabo 3D očal, kar uporabniku ponuja boljšo predstavo načrtovanega prostora.

Ključne besede: načrtovanje prostora, vizualizacija prostora, naglavni prikazovalniki, Oculus Rift.

Abstract

Title: Virtual space equipment rendered using Oculus Rift glasses

The diploma thesis describes the development of an applications for the design and equipment of spaces. The application allows input of multi-storey premises and equipment. The user can use the Oculus Rift glasses for immersion into 3D space. Presented are some programs for spatial planning, which allow user to view the plan in 3D, especially those that operate within a browser, without the need to install software. Also, comparison is given between existing solutions and our application. The main advantage of developed application in respect of existing ones is visualization using 3D glasses, which offer a better user experience.

Keywords: spatial planning, room visualization, HMD helmets, Oculus Rift.

Poglavje 1

Uvod

Področje računalništva, ki v zadnjem času dobiva vse večjo pozornost širše javnosti je sigurno navidezna resničnost (angl. *virtual reality*, krat. VR). K temu so vsekakor pripomogli različni naglavni prikazovalniki (angl. *head mounted display*, krat. HMD), ki so na voljo na trgu. Naglavni prikazovalniki in navidezna resničnost se uporabljajo v izobraževanju, znanosti, medicini, vojski in zabavni elektroniki.

V diplomski nalogi je predstavljen razvoj aplikacije za načrtovanje prostora, ki uporablja Oculus Rift naglavni prikazovalnik za vizualizacijo prostora. Če smo včasih za načrtovanje prenove bivalnih prostorov, pri odločanju o nakupu ali razmestitvi pohištva uporabljali na list papirja narisane tlorise prostora in kartonske izrezke za pohištvo, imamo danes na voljo različne aplikacije, ki nam pri tem pomagajo. Nekatere so namizne, druge spletne ali mobilne. Večina jih ponuja tudi prikaz načrta prostora v 3D. Naglavni prikazovalniki pa ponujajo nove možnosti vizualizacije prostora. Če smo prej prostor lahko opazovali samo na listu papirja ali na zaslonu, zdaj lahko skoraj vstopimo v prostor, za katerega smo izdelali načrt. Doseči ta občutek nahajanja v prostoru pri uporabniku je bil glavni cilj pri razvoju aplikacije.

V drugem poglavju so predstavljene nekatere obstoječe aplikacije za načrtovanje prostora. Osnovno merilo pri primerjavi aplikacij je uporabniška izkušnja in kvaliteta vizualizacije. V tretjem poglavju so predstavljeni naglavni pri-

kazovalniki, ki so v času pisanja na voljo na trgu v razvijalski ali uporabniški različici. Prikazovalnike smo primerjali glede na kvaliteto slike, število senzorjev za zaznavo položaja glave in telesa, enostavnost uporabe in seveda uporabniško izkušnjo, oz. v kakšni meri prikazovalnik omogoča uporabniku, da se vživi v navidezni svet. V četrtem poglavju je predstavljen razvoj lastne aplikacije za načrtovanje in vizualizacijo prostora. Aplikacijo smo primerjali z že obstoječimi glede na uporabniško izkušnjo in kvaliteto vizualizacije ter pokazali, v čem razvita aplikacija predstavlja nadgradnjo že obstoječih. V zadnjem poglavju so podani zaključki.

Poglavje 2

Pregled obstoječih aplikacij za načrtovanje ureditve prostora

2.1 Floorplanner

Floorplanner [1] je spletna aplikacija za načrtovanje prostora. Pregled že izdelanih načrtov je možen tudi preko mobilne aplikacije. Tloris prostora lahko vnesemo z orodjem za vnos celotne sobe ali pa z vnosom posameznih sten. Že vnešeno steno lahko pretvorimo v zakrivljeno steno ali pa jo razdelimo na dve ločeni steni. Spreminjamo lahko debelino in višino izbrane stene. Med spremembo položaja stene se prikazujejo dimenzije bližnjih sten. Program ponuja velik nabor oken, vrat in pohištva. Narejen načrt je mogoče prikazati tudi v 3D. Skozi 3D prikaz se premikamo z miško in je dokaj intuitivno. Na sliki 2.1 je prikazan primer vizualizacije prostora v aplikaciji Floorplanner.

2.2 Autodesk Homestyler

Autodesk Homestyler [2] je aplikacija, ki je na voljo v spletni in mobilni različici. Program omogoča, da na delovno površino povlečeš in spustiš že pripravljene različne oblike prostora. Že pripravljene oblike se med polaganjem med seboj ne poravnajo avtomatsko tako, da je včasih problem pravilno



Slika 2.1: Prikaz načina vizualizacije prostora v Floorplannerju.



Slika 2.2: Prikaz načina vizualizacije prostora v Autodesk Homestylerju.

poravnati novododani prostor z že obstoječimi. Obstajajo različne funkcije za izbiro barve stene, kreiranje odprtin, deljenje sten na dve. Program ponuja 3D pogled. Premikamo se s kliki na gumbe. Med vsakim klikom nekoliko čakamo, da se scena na novo izriše. Stene, ki prekrivajo pogled, so prikazane prosojno. Sama ločljivost elementov v 3D pogledu je slabša kot pri drugih opisanih programih. Primer vizualizacije prostora s Homestylerjem je prikazan na sliki 2.2.

2.3 Roomsketcher

Roomsketcher [3] je spletna aplikacija. Mobilna aplikacija omogoča zgolj pregled izdelanih načrtov. Program omogoča vnos zgolj posamičnih sten. Med vnosom se nam prikazuje dolžina stene in koti med stenami, kar omogoča zelo natančen vnos prostora. Nastavljanje višine stene ni mogoče, prav tako tudi ne vnos zakrivljenih sten. Na voljo je dober nabor oken, vrat in pohištva, sicer nekoliko manjše število kot zgoraj opisana programa. 3D pregled je prikazan iz zornega kota osebe v prostoru, po katerem se lahko sprehajamo, kot je prikazano na sliki 2.3.

2.4 Primerjava

V tabeli 2.1 je predstavljena primerjava določenih lastnosti programov za načrtovanje prostora. Vsak izmed programov ima določene prednosti glede števila možnosti, ki jih ponujajo, same intuitivnosti uporabe programa, ali glede kvalitete prikaza načrtovanega prostora. Odločitev, da se uporabniku ponudi manjše število opcij za vnos prostora, je lahko upravičena, ker določeno število uporabnikov množice dodatnih funkcij ne potrebuje, saj bi dodatne možnosti mogoče celo poslabšale njihovo uporabniško izkušnjo. Ker smo v začetku kot glavni cilj aplikacije, ki bo predstavljena v nadaljevanju, postavili dobro vizualizacijo in uporabniško izkušnjo pri vizualizaciji prostora v 3D, bomo predstavljene aplikacije na tem mestu primerjali predvsem

lastnost / program	Floorplanner	Homestyler	Roomsketcher
prikaz dimenzij	DA	DA	DA
pripravljeni prostori	DA	DA	NE
zakrivljene stene	DA	DA	NE
nastavljanje višine prostora	DA	NE	NE
kvaliteta prikaz v 3D	dobra	slaba	dobra
premikanje v 3D	dobro	slabo	dobro
cena	brezplačno	brezplačno	brezplačno

Tabela 2.1: Primerjava programov za načrtovanje prostora na osnovi določenih funkcionalnosti in kvalitete vizualizacije.



Slika 2.3: Prikaz načina vizualizacije prostora v Roomsketcherju.

glede na kvaliteto prikaza prostora v 3D. Med predstavljenimi aplikacijami ima Floorplanner največ orodij za vnos prostora in je v njem najlažje dobiti različne oblike prostora. Roomsketcher ponuja vizualizacijo prostora, ki je izmed predstavljenih aplikacij za uporabnika najbolj intuitivna in si uporabnik najlažje predstavlja, da se nahaja v prostoru kot je to prikazano na sliki 2.3. V aplikaciji, katere razvoj bo predstavljen kasneje, je narejena nadgradnja te vizualizacije prostora, pri čemer v veliki meri pomagajo nove možnosti, ki jih ponujajo očala Oculus Rift.

Poglavje 3

Naprave za navidezno resničnost

Široko sprejeta definicija navidezne resničnosti je z uporabo računalniške tehnologije ustvariti simuliran, trodimenzionalni svet, s katerim uporabnik lahko manipulira in ga raziskuje, medtem ko ima občutek kot da se nahaja v tem svetu [4]. Kaj vse vključuje navidezna resničnost je lahko stvar debate, v glavnem pa vključuje:

- tridimenzionalno sliko, ki ima, gledana s strani uporabnika, realne dimenzije
- sposobnost, da sledi gibom uporabnika, predvsem premikom glave in oči, ter se temu ustrezno prilagodi slika na zaslonu uporabnika, da odraža spremembo perspektive.

Pri navidezni resničnosti je pomembno, koliko se uporabnik lahko vživi v navidezni svet, zato to sposobnost uporabnika, da se vživi, lahko uporabljamo kot merilo kvalitete navidezne resničnosti. Drug pomemben kazatelj kvalitete rešitve je čas zakasnitve (latenca) med akcijo uporabnika in spremembo opazovanega sveta. Ta seveda vpliva na sposobnost uporabnika, da se vživi v navidezni svet in tudi na celotno uporabniško izkušnjo (angl. *user experience*, krat. UX).

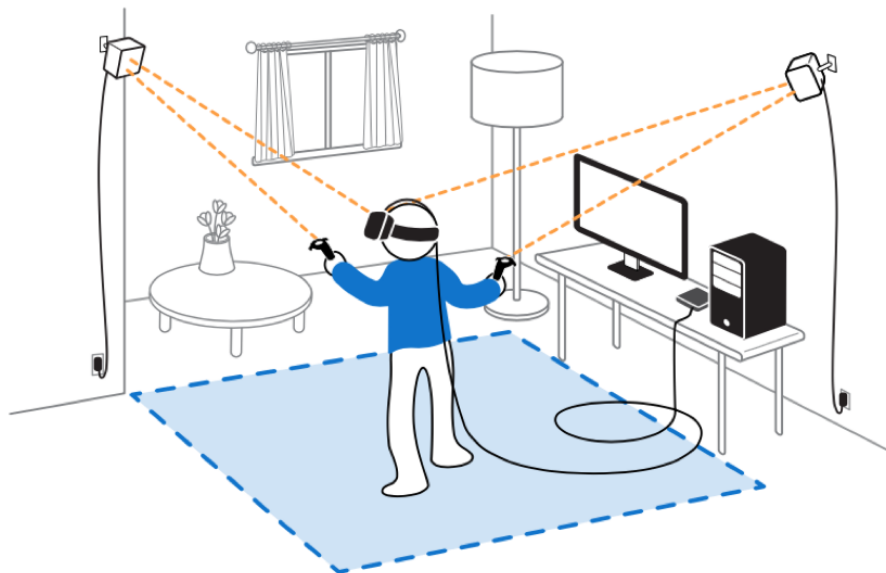
Ena od prvih naprav za navidezno resničnost je bil mehanski stroj Sensorama, leta 1962, ki je med predvajanjem kratkih filmov poleg slike in zvoka imel dražljaje za vonj in dotik. Prva digitalna naprava za navidezno in obogateno resničnost (angl. *augmented reality*, krat. AG) je bila t.i. The Sword of Democles [6], izdelana leta 1968. Naprava je glede na položaj glave uporabnika izrisovala žični okvir (angl. *wireframe*) prostora.

Naprave za navidezno resničnost se danes uporabljajo na različnih področjih, za izobraževanja, na vojaških usposabljanjih, v arhitekturi, urbanizmu, umetnosti, terapijah in računalniških igrah.

3.1 Opcije na trgu

Na tem mestu nas najbolj zanimajo naglavni prikazovalniki. V nadaljevanju bomo pogledali nekatere naglavne prikazovalnike, ki so v času pisanja na voljo na trgu v uporabniški ali razvijalski različici. Pri tem bomo večjo težo dali lastnostim kot so kvaliteta slike, tehnične zahteve, avtonomnost ter različne možnosti interakcije uporabnika z navideznim okoljem, ki jih naprava omogoča.

HTC Vive je naglavni prikazovalnik, ki je produkt sodelovanja podjetij HTC in Valve [7]. Naprava omogoča uporabniku, da se giblje znotraj $4,5 \times 4,5$ metrov velikem območju. Gibanje uporabnika zaznavata dva senzorja postavljena diagonalno na prostor. V kompletu dobimo tudi dva krmilnika s površino občutljivo na dotik in senzorji, ki določajo njihovo lokacijo v prostoru. Na sliki 3.1 vidimo diagram postavitve sistema. Sistem omogoča zaznavanje uporabnikovega premikanja po prostoru, premike glave ter položaja in hitrosti premikanja rok. Vse to razvijalcem omogoča, da razvijejo interaktivni navidezni prostor v katerem se uporabnik lahko giblje podobno kot v realnem svetu, kar mu omogoča, da se lažje vživi v navidezni svet. Prikazovalnik ima vgrajeno tudi kamero, ki jo lahko uporabimo v obogateni resničnosti. Sistem za delovanje potrebuje zmogljiv računalnik. Za razliko od Oculus Rifta, ki ga bomo bolj podrobno opisali v nadaljevanju, podpira



Slika 3.1: Prikaz principa delovanja HTC Vive.

vse tri večje operacijske sisteme: Microsoft Windows, Apple macOS in bolj razširjene distribucije Linuxa.

PlayStation VR podjetja Sony za svoje delovanje uporablja PlayStation 4 in PlayStation kamero [8]. Za razliko od Oculus Rifta in HTC Vive nima vgrajenih slušalk. Prikazovalnik nima vgrajenih senzorjev za premike glave. V ta namen se uporabljajo LED lučke postavljene na prikazovalnik, čigar premikanje zajema kamera. Z zajetjem slike in položaja LED svetilk delujeta tudi upravljalnika (angl. *controller*). Premike LED svetilk na konicah upravljalnika zajema kamera in na ta način dobimo informacije o položaju rok uporabnika ter mu omogočimo manipulacijo s predmeti v prostoru.

Nekoliko drugačen pristop so izbrali pri podjetju Samsung z **Gear VR** prikazovalnikom [9]. Prikazovalnik za svoje delovanje potrebuje enega od novejših Samsung pametnih telefonov. Ker uporablja zaslon telefona, ki je preko leč projiciran v oči uporabnika, je mogoče opaziti posamezne slikovne elemente. Gear VR nima vgrajenih senzorjev za sledenje položaja glave, zato



Slika 3.2: Sulon Q (levo) in Google Cardboard (desno).

program ne more vedet ali premikamo samo glavo ali celotno telo. Prednost Gear VR, poleg za širšo populacijo bolj sprejemljive cene (v času pisanja 99 USD), je tudi možnost svobode gibanja, saj nismo omejeni s kabli. Samsung Gear VR mogoče ni zmogljiv kot HTC Vive, PlayStation VR ali Oculus Rift, je pa dobra vstopna točka v svet navidezne resničnosti za širšo populacijo.

Marca 2016 je na Game Developers Conference (krat. GDC) podjetje Sulon Technologies predstavilo svojo napravo za navidezno in obogateno resničnost **Sulon Q** [10], prikazan na sliki 3.2. Za razliko od prej opisanih prikazovalnikov ne potrebuje računalnika za delovanje. Vgrajen ima AMD FX-8800P procesor, Radeon R7 grafični čip in zaslon velikosti 2560×1440 slikovnih elementov. Uporablja Windows 10 operacijski sistem. Kako zmogljivi programi bodo lahko tekli na napravi in kakšna bo uporabniška izkušnja glede na to, da bomo imeli pripet cel računalnik na glavo, se bo še pokazalo, ko bo na voljo v razvijalski in kasneje komercialni različici, je pa zanimiv pristop in vsekakor dobrodošel poskus, da se izognemo kablom, ki v določeni meri vplivajo na zmožnost uporabnika, da se vživi v navidezni svet. Cena naprave in kdaj bo na voljo v razvijalski ali uporabniški različici, ni še znano.

Še ena zanimiva naprava za navidezno resničnost je **Google Cardboard** [11]. Za razliko od zgoraj opisanih naprav vsebuje zgolj par leč, nameščenih v kartonski okvir, kot je prikazano na sliki 3.2. Cardboard lahko uporabljamo s

katerimkoli Android ali iOS pametnim telefonom. Ne predstavlja konkurence zgoraj opisanim napravam ampak zgolj nizkocenovni (30 USD) vstop v svet navidezne resničnosti. Vsekakor bo pripomogel k popularizaciji navidezne resničnosti in večjemu interesu širše populacije za to področje.

3.2 Oculus Rift

Oculus Rift je naglavni prikazovalnik (HMD) za navidezno resničnost, ki projicira na dva zaslona slike generirane na računalniku. Projicira dve sliki, po eno za vsako oko. Nad zaslonom je kombinacija leč, ki sliko pripravi za vsako oko in omogoče stereoskopski 3D pogled. Rift spremlja položaj glave uporabnika z vgrajenim senzorjem ter ustrezno prilagaja sliko. Ima tudi zunanji sledilec položaja glave, ki izboljša natančnost zajetih podatkov.

Oculus Rift očala vsebujejo žiroskop, merilnik pospeška in magnetometer. Zajem položaja glave uporabnika ima frekvenco vzorčenja 1000 Hz. Toda informacije o položaju in orientaciji glave se aplikaciji pošiljajo vsake 2 ms. Zato je zakasnitve med premikom glave ter sprejemom te informacije v igralnem pogonu (angl. *game engine*) 2 ms. Rift omogoča premike v vseh 6 prostostnih stopnjah, kar omogočajo infrardeče LED lučke, ki jih zaznava priložena kamera.

OLED zaslon izrisuje samo spremenjene okvirje ter omogoča manjšo zametjenost in tresenje slike, kar pomaga zmanjšati simulatorsko bolezen (angl. *simulator sickness*). Trenutno ocenjena zakasnitev med premikom glave in spremembo slike na zaslonu je manjša od 20 ms.

Poleg prikazovalnika Oculus ponuja tudi Touch VR upravljalnika. Osnovno načelo dizajna upravljalnika je bila čim manjša mentalna koncentracija na sam upravljalnik in čim bolj naravna izvedba akcij. Upravljalnik je sestavljen iz osrednjega dela, ki ga držimo v zapestju in obroča, ki gre okrog roke. Pri upravljalniku med drugim izpistavljajo zelo naraven ukaz za prijem z roko. Z roko se stisne centralni element upravljalnika, ki vsebuje ergonomično oblikovan gumb in s to akcijo lahko v virtualnem svetu primemo določen objekt.

lastnost / naprava	Oculus Rift	HTC Vive	Gear VR z Galaxy S6	PlayStation VR
sledenje položaja	da	da	ne	da
krmilniki gibanja	da	da	ne	da
vgrajena kamera	ne	da	da	ne
ločljivost zaslona	1200×1080	1200×1080	1440×1280	1080×960
vidno polje	110°	110°	101°	100°
frekvenca osveževanja	90Hz	90Hz	60Hz	90-120Hz
brežžična	ne	ne	da	ne
cena	599 USD	799 USD	649 USD	399 USD

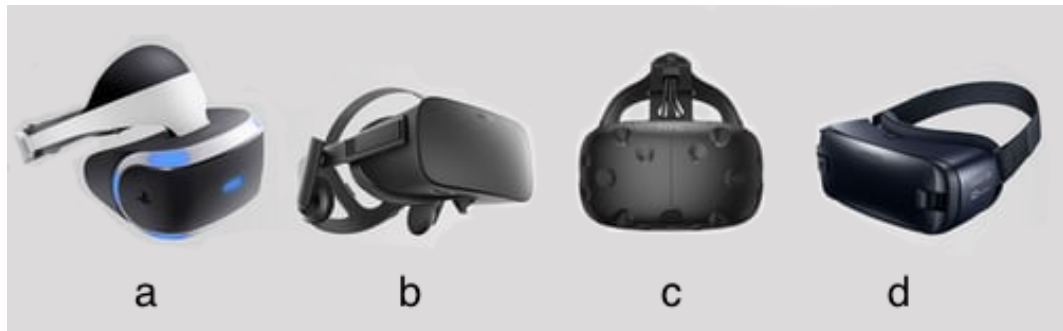
Tabela 3.1: Primerjava lastnosti različnih naglavnih prikazovalnikov.

Upravljalnik lahko zajame tudi položaje prstov, kot so palec in kazalec. Vsak od upravljalnikov vsebuje tudi gumb in kontrolno ročico.

3.3 Primerjava

V tabeli 3.1 je podana primerjava tehničnih lastnosti nekaterih naglavnih prikazovalnikov, ki so na voljo na trgu. Kljub dokaj podobnim tehničnim lastnostim se sama uporabniška izkušnja razlikuje zaradi same ergonomike prikazovalnika, njegove teže, občutka udobja. Razliko delajo tudi priloženi upravljalniki, ki v veliki meri prispevajo k sposobnosti uporabnika, da se vživi. Med tremi izpostavljenimi velja Oculus Rift za najboljšo napravo za prikazovanje virtualnega sveta. HTC Vive je tudi močna konkurenca Riftu, zanimivost pri njem je večja svoboda gibanja po prostoru ter zajem tega gibanja. Ker Rift in HTC Vive zahtevata zmogljive računalnike za izvajanje simulacij, PlayStation VR pa deluje na osnovi PlayStation 4, predstavlja slednji za uporabnike zalo cenovno ugodno vstopno točko v svet navidezne resničnosti. Na sliki 3.3 so prikazani predstavljeni prikazovalniki.

Pri razvoju aplikacije za vizualizacijo prostora je uporabljen Oculus Rift,



Slika 3.3: Predstavljeni naglavni prikazovalniki. a) PlayStation VR; b) Oculus Rift; c) HTC Vive; d) Samsung Gear VR.

ker je izmed predstavljenih prikazovalnikov najbolj obetaven. V času pisanja je na voljo v razvijalski različici že dlje časa in ga podpirajo vsi večji igralni pogoni in grafične aplikacije. Je trenutno tudi najbolj zmogljiv prikazovalnik in je dobro orodje za čim boljšo demonstracijo prednosti vizaulizacije navideznega sveta.

Poglavje 4

Razvoj lastne aplikacije

4.1 Razvojno okolje Unity

Aplikacija je izdelana z uporabo Unity igralnega pogona (angl. *game engine*) [12]. Unity omogoča platformno neodvisen razvoj iger in grafičnih aplikacij v 2D ali 3D okolju. Aplikacije narejene z uporabo Unityja lahko izvozimo za namizne računalnike, konzole, mobilne naprave in splet. Ena izmed posebnosti Unityja je, da ponuja niz orodij, ki omogočajo avtomatsko uporabo primernih tekstur in senčilnikov (angl. *shader*) glede na zmogljivosti platforme na kateri aplikacija teče. Poleg samega igralnega pogona Unity ponuja integrirano razvojno okolje (angl. *integrated development environment*, krat. IDE). Okolje omogoča enostavnejšo integracijo vizualnih elementov in programske logike in tudi enostaven uvoz modelov iz večjega števila programov za grafično oblikovanje. V Unityju se za programiranje med drugim lahko uporabijo JavaScript in C#. V paketu je vključen tudi urejevalnik kode MonoDevelop.

Osnovni element igre ali grafične aplikacije v Unityju je igralni objekt (angl. *game object*). Na igralni objekt se lahko vežejo skripte, ki izvajajo določene akcije nad objektom ali skrbijo za interakcijo z drugimi objekti. Vsaka instanca igralnega objekt ima tudi svojo instanco razredov, ki so vezani na ta objekt, kar omogoča razvoj preglednih, modularnih aplikacij. V kodi se

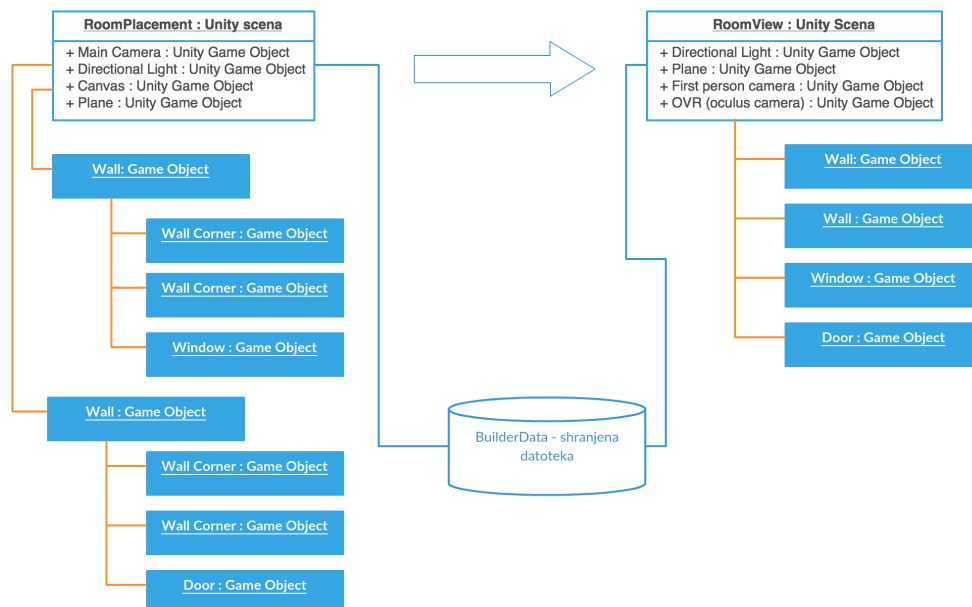
lahko enostavno dostopa do objektov, na katere je skripta vezana. Če v kodi razredne spremenljivke označimo kot *public*, lahko njihove privzete vrednosti nastavljamo direktno iz glavnega urejevalnika, kjer urejamo celotno sceno in objekte. Igralni objekti in vezane skripte gradijo posamezno sceno. Objekte skupaj s skriptami lahko shranimo kot že pripravljene predloge (angl. *prefab*). Na osnovi teh predlog lahko v kodi v času izvajanja aplikacije enostavno kreiramo nove instance igralnih objektov skupaj z vso pripadajočo logiko.

Unity postaja vse bolj popularen pri neodvisnih razvijalcih računalniških iger. Osebna izdaja (angl. *personal edition*) je na voljo zastonj za izobraževalne ustanove, neodvisne razvijalce in mala podjetja. Za razliko od profesionalne izdaje ne omogoča določenih funkcij, kot recimo računanje senc v realnem času za določene vrste luči, spremembe predstavitvenega okna (angl. *splash screen*), nima naprednih orodij za analizo aplikacije. V diplomski nalogi je uporabljena osebna izdaja Unityja.

4.2 Arhitektura rešitve

Aplikacija je razdeljena na dve Unity sceni. Prva scena vsebuje elemente in skripte za vnos prostora, oken, vrat in pohištva. Druga scena omogoča prikaz prostora v 3D. Za programiranje potrebnih skript je uporabljan jezik C#. V programu je predstavitev objektov odvisna od tega, ali se nahajamo v modulu za vnos prostora in pohištva ali v modulu za prikaz v 3D. V modulu za vnos prostora se za predstavitev sten, oken in vrat uporabljajo večinoma kvadri. Vsak izmed objektov je poleg vizualne predstavitve s kvadrom predstavljen tudi z objektom.

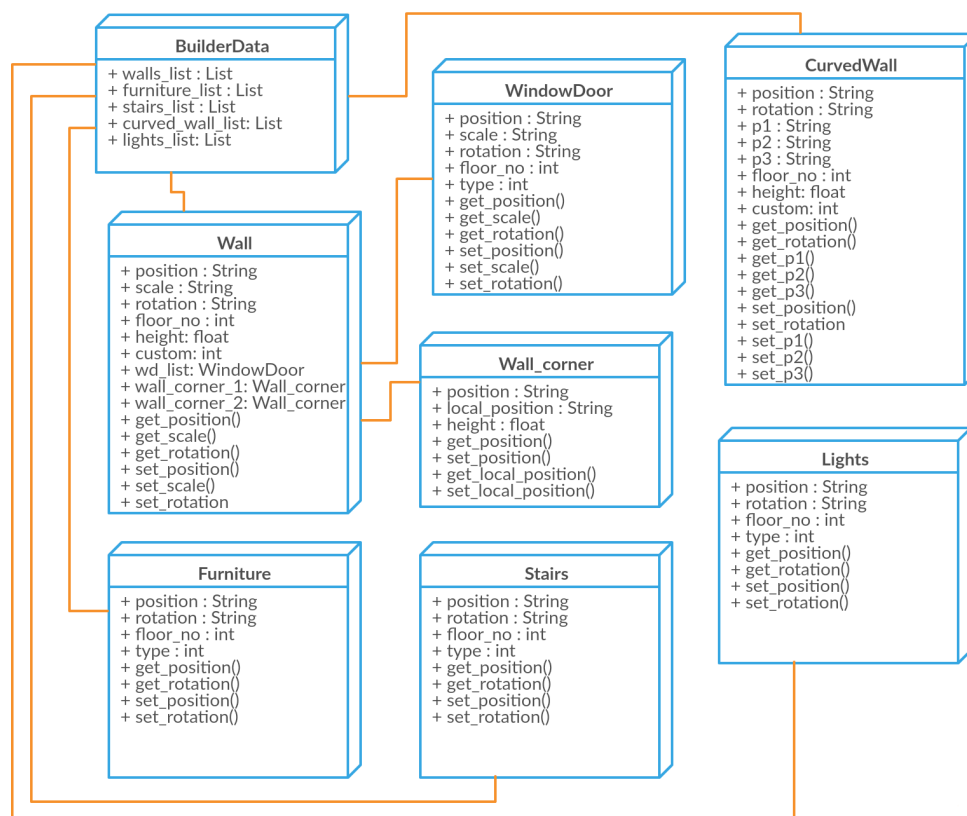
Na sliki 4.1 je prikazan komponentni diagram, ki prikazuje razdelitev programa na dve Unity sceni. Na diagramu so prikazane tudi relacije med objekti. Npr. vsaka stena ima kot otroke pomožne kotne objekte in okna ter vrata, ki so na tej steni. Relacije med objekti so enake tako med igralnimi objekti kot tudi med programskimi objekti v logiki aplikacije. Soodvisnost razredov je prikazana na diagramu na sliki 4.2. Osnovni razred *Builder*



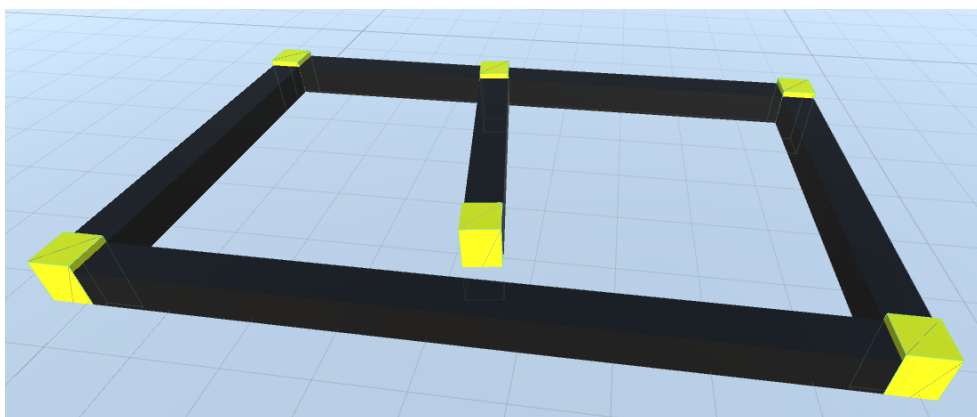
Slika 4.1: Komponentni diagram programa za primer prostora z dvema stenama, oknom in vrati.

Data vsebuje sezname objektov vseh drugih elementov prostora. Vsak izmed elementov prostora je predstavljen s svojim objektom, ki v atributih hrani potrebne parametre za prikaz in manipulacijo elementa.

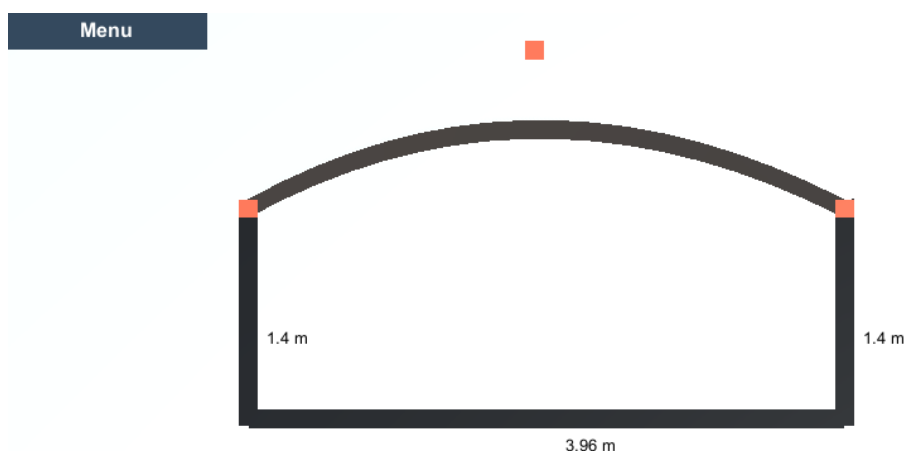
Osnovni element prostora je posamezna stena, ki je vizualno predstavljena s kvadrom. V logiki aplikacije je predstavljena tudi z objektom z atributi, ki hranijo lego in dimenzije stene ter kazalce na kotne objekte. Kotni objekti so pomožni objekti postavljeni na skrajni levi in desni konec stene. Uporabljajo se za lažje zaznavanje miške, ki se nahaja v kotu prostora, ko npr. uporabnik želi povleči kot. Uporabljajo se tudi za iskanje sten, ki se dotikajo izbrane stene. Na sliki 4.3 je prikazan načrt prostora, na katerem so kotni objekti, zaradi razpoznavne, označeni z rumeno barvo. Ko uporabnik premika steno, se na osnovi kotnih objektov najdejo stene, ki se stikajo z izbrano ter se te stene sorazmerno rotirajo in raztegujejo glede na novi položaj izbrane stene. Kotni objekti se uporabljajo tudi v primeru, da povečamo višino samo ene stene. Za kotni objekt sosednje stene, ki se dotika stene s spremenjeno



Slika 4.2: Razredni diagram programa.



Slika 4.3: Prikaz pomožnih kotnih objektov označenih z rumeno barvo.

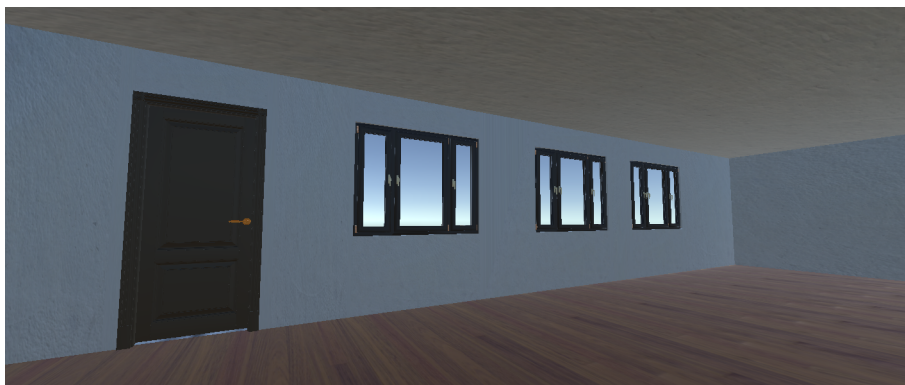


Slika 4.4: Prikaz vnosa zakrivljene stene in rdečih kontrolnih točk Bézierove krivulje.

višino, se zabeleži nova višina. Na osnovi višine tega in nasprotnega kota se pri prikazu v 3D zgenerira stena, ki ima zgornji rob pod določenim kotom. Položaji kotnih objektov se v prikazu v 3D uporabljajo kot mejne točke za generiranje tal in stropa. Te so še posebej pomembne v primeru, da je strop postavljen pod določenim kotom.

Za vnos zakrivljenih sten se uporabljajo točke na Bézierovi krivulji. Ko uporabnik začne z vnosom zakrivljene stene, se v prostor postavijo tri kontrolne točke. Začetna in končna točka je na koncih sosednjih sten, sredinsko pa uporabnik premika, da dobi želeno zakrivljenost stene. Glede na položaj kontrolnih točk se generira potrebno število točk na Bézierovi krivulji. Število potrebnih točk se definira glede na razdaljo med začetkom in koncem stene. Točke generiramo tudi na vzporedni krivulji, da dobimo želeno debelino stene. Točke na krivuljah se potem uporabijo za generiranje mreže in UV koordinat za predstavitev zakrivljene stene v prostoru. Primer vnosa zakrivljene stene je predstavljen na sliki 4.4. Pri prikazu prostora v 3D je postopek za izdelavo zakrivljene stene podoben, s tem da kontrolnih točk ne prikazujemo.

Za vnos oken in vrat se tudi uporabljajo bolj enostavni objekti. Na



Slika 4.5: Prikaz dela prostora z okni in vrati na eni izmed sten.



Slika 4.6: Prikaz vizualizacije stopnic.

splošno se pri modulu za vnos prostora poskušajo uporabiti čim bolj preprosti objekti, da kompleksnost objektov ne bi po nepotrebnem vplivala na hitrost izrisa scene. Za pohištvo se uporabljajo poenostavljene različice končnih modelov uporabljanih v 3D.

Pri prikazu prostora v 3D se za pohištvo uporabljajo modeli narejeni v Unityju ali v Blenderju. Prikaz sten je odvisen od tega, ali je uporabnik spreminjal višino določenih sten in ali se na tej steni nahajajo okna in vrata. Če ni nobenih posebnosti, se za prikaz posamezne stene uporabi kvader. Če je potrebno narediti steno, ki ima zgornji rob pod kotom, ali da se na



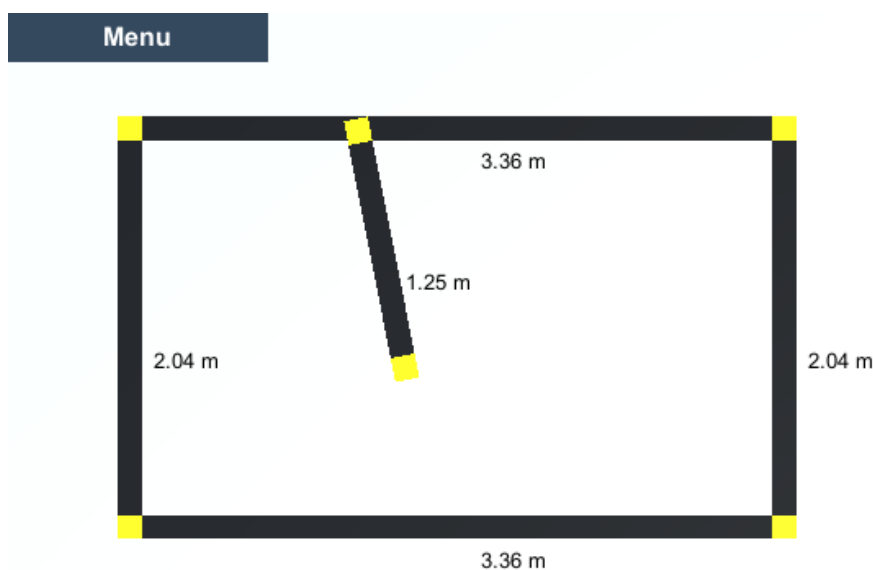
Slika 4.7: Prikaz 3D vizualizacije prostora.

tej steni nahajajo okna ali vrata, se za prikaz stene programsko generira potrebna mreža (angl. *mesh*), UV koordinate za preslikavo teksture na objekt in matrika normal. Pri steni, ki ima različno višino na enem koncu, se za generiranje mreže uporabijo informacije o položaju in višinah kotnih objektov. Kotni objekt, ki je na koncu stene, ki se dotika višje stene, je višji kot kotni objekt, ki se nahaja na nasprotnem koncu stene. V primeru, da imamo na tej steni eno ali več oken ali vrat, se mreža generira med začetkom stene in prvim oknom (vratom), zadnjim oknom in koncem stene ter vmes med vsakim parom oken. Za koordinate točk za generiranje mreže se uporabijo pomožni objekti, ki so postavljeni v robove oken (ali vrat). Po tem, ko je mreža generirana, se ti pomožni objekti uničijo. Tako generirana stena je prikazana na sliki 4.5.

Še eden izmed elementov, ki pri prikazu zahteva posebno obravnavo, so stopnice in tla v nadstropju, kjer so stopnice. V 3D prikazu se uporabljajo posebej izdelani modeli stopnic. Modeli vsebujejo tudi pomožne elemente, ki se uporabljajo za generiranje tal. Tla se generirajo po delih. Za vsak pomožni element, to je koordinato na robu stopnic, se poišče najbližja točka na zunanji steni. Ker prostor ni nujno kvadratne oblike, se med točkami, ki smo jih izbrali kot najbližje kontrolnim točkam na stopnicah, poiščejo še točke, ki se v smeri urinega kazalca nahajajo vmes. Skupine točk: ena kontrolna točka in njej najbližja na zunanjem robu ter vse točke, ki ležijo na poti do naslednje izbrane zunanje točke, se uporabijo za generiranje enega odseka tal. Postopek ponovimo štirikrat za vsak par kontrolna in najbližja točka. Nabor točk na zunanji steni dobimo iz koordinat kotnih objektov vsake stene. Primer stopnic in programsko generiranih tal je prikazan na sliki 4.6.

Tla in strop, na mestih, kjer nista že generirana skupaj s postavitvijo stopnic, se generirata na osnovi koordinat kotnih objektov. Posebej se generirajo tla in posebej strop zaradi različnih tekstur, ki so uporabljene in zaradi nasprotnih normal, ki so potrebne, da je objekt viden.

V modulu za prikaz v 3D imamo več različnih pogledov na prostor in s

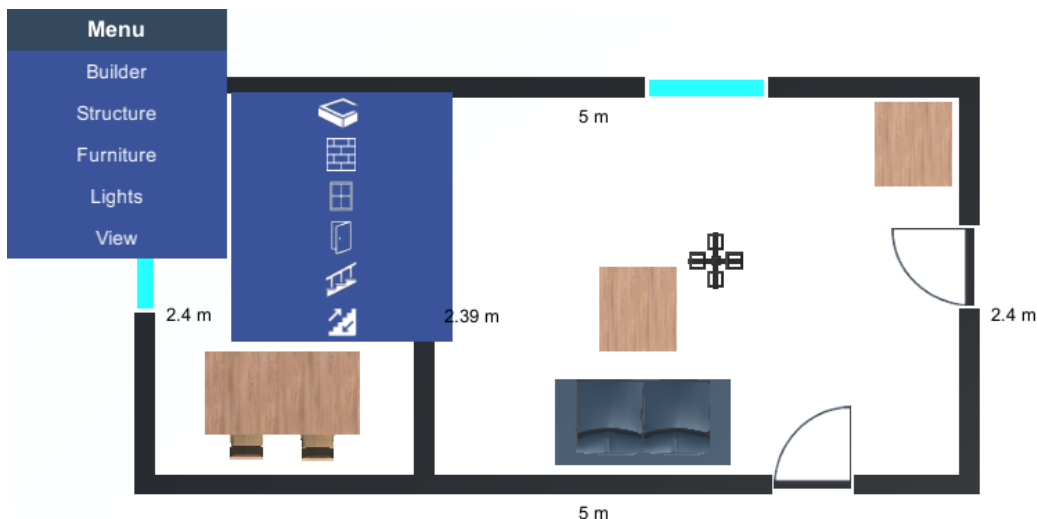


Slika 4.8: Prikaz vnosa sten prostora.

tem tudi uporabljene različne kamere in skripte za premikanje po prostoru. Prvi je navaden 3D pogled, kjer se po prostoru prosto premikamo in rotiramo kamero po želji. Drugi je prikaz iz zornega kota prve osebe, kjer se kamera po prostoru premika, kot da bi se po prostoru sprehajali. S tem so tudi povezane omejitve gibanja in detekcija trkov, da bi dobili realen občutek prisotnosti v prostoru. Na sliki 4.7 sta prikazana primera 3D pogleda narejenega prostora.

4.3 Vnos prostora in pohišтва

Program omogoča vnos posameznih sten ali celotnega pravokotnega prostora naenkrat. Uporabnik vnaša steno tako, da najprej v meniju izbere orodje za vnos sten, potem klikne z levim gumbom miške na začetno točko stene in povleče v željeni smeri. Ko spusti gumb je vnos zaključen. Za vnos posamezne stene se uporabljata dva pomožna elementa. Enega postavimo v začetni položaj, kjer je uporabnik začel z vnosom. Drugega pa postavimo na koordinate trenutnega položaja miške, preslikanega na ravnino na katero se



Slika 4.9: Prikaz narejenega načrta prostora.

prostor vnaša. Sama stena je kvader postavljen med pomožnima elementoma raztegnjen za polovico njune razdalje. Po koncu vnosa se na mesto pomožnih elementov postavi kotna elementa, ki sta opisana v prejšnjem poglavju. Če uporabnik vnaša celoten pravokotni prostor, je postopek podoben. Prostor sestavljajo štiri stene, ki so raztegnjene med pomožne elemente postavljene v kote pravokotnika. Zgornji levi kot pravokotnika je v točki, kjer je uporabnik začel vnašati prostor, spodnji desni pa v točki preslikani glede na trenutni položaj miške. Na sliki 4.8 je predstavljen en vnos pravokotnega prostora in stene. Kotni objekti so zaradi lažjega razumevanja označeni z rumeno barvo.

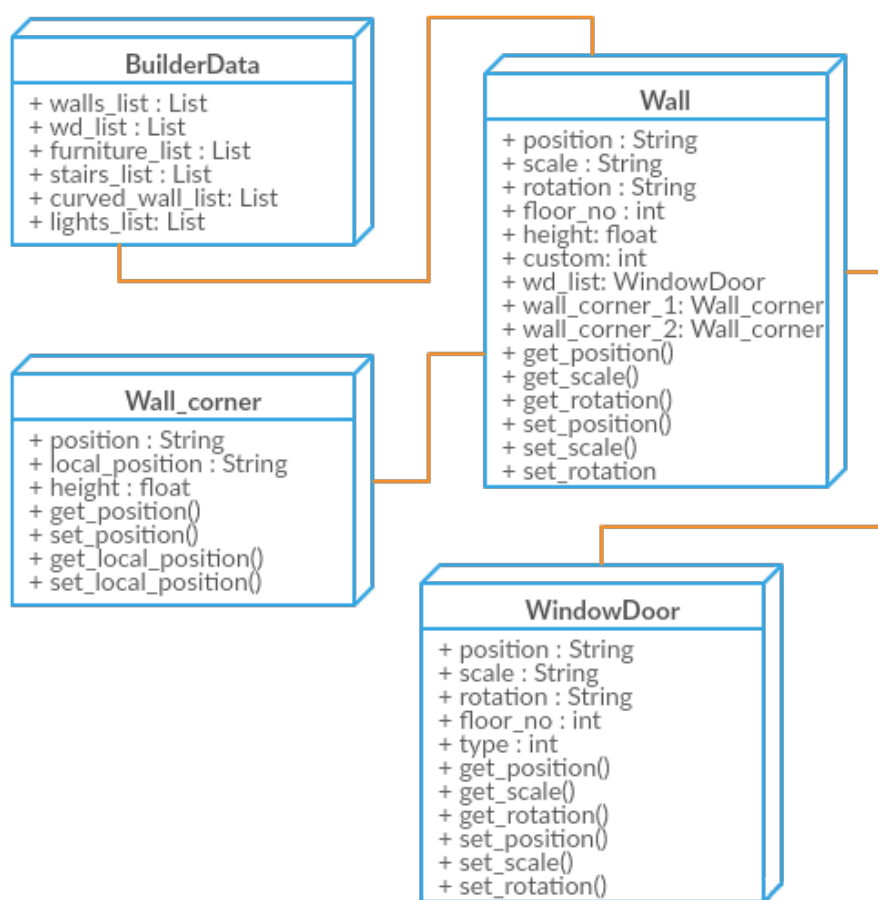
Pri vnosu oken in vrat, ko uporabnik izbere orodje iz menija, se na poziciji miške kreira nova instanca modela vrat ali okna. Ko uporabnik ponovno klikne z miško, se okno (vrata) postavi glede na njegovo trenutno lokacijo pod pogojem, da se je takrat nahajalo na eni izmed sten. Med premikanjem miške se okno premika skupaj z njo. Ko približamo okno na določeno razdaljo od stene, se okno rotira glede na rotacijo te stene. Da bi uporabniku olajšali postavitev okna, se okno, ko je na določeni majhni razdalji od stene, premakne na ustrezni položaj na steni.

Postavitev pohištva poteka na podoben način kot pri oknih in vratih. Uporabnik iz menija izbere željeni kos pohištva. Model izbranega pohištva se premika skupaj z miško. Ko uporabnik ponovno klikne z miško, se kreira nova instanca modela na trenutni poziciji. Med vnosom pohištva je možno model rotirati s kombinacijami tipk na tipkovnici (R in R + SHIFT). Sprememba položaja oken, vrat in pohištva je enaka. Uporabnik klikne na izbrani element, ki se nato premika glede na položaj miške. Program se v tem primeru obnaša enako kot pri dodajanju teh elementov z razliko, da se kreira nova instanca objekta. Primer postavitve prostora je prikazan na sliki 4.9.

4.4 Shranjevanje prostora

Unity ima vgrajeno priročno funkcijo za shranjevanje podatkov v datoteko, ki med drugim omogoča shranjevanje celotnih objektov. Pogoji so, da se razredi lahko serializirajo, oziroma da jih pretvorimo v tok podatkov (angl. *stream*), ki ga lahko shranimo v datoteko, in da imajo med atributi samo primitivne tipe. Torej ni mogoče shraniti celotnega igralnega objekta, vektorjev, matrik in podobnih elementov, ki se pogosto uporabljajo v grafičnih aplikacijah. Zaradi tega se za vsak element prostora kreira ustrezen objekt, ki vsebuje vse potrebne podatke za rekonstrukcijo igralnih objektov ali prikaz prostora v 3D. Aplikacija hrani celotno postavitve prostora v enem objektu, ki ima kot attribute določene parametre programa in sezname objektov, ki predstavljajo stene, okna, vrata, stopnice in pohištvo v logiki aplikacije. Struktura objektov, ki hranijo podatke o prostoru je prikazana na sliki 4.10. Ker z uporabo vgrajene funkcije ni mogoče shraniti vektorjev, se pri vpisu atributov, ki hranijo položaj objekta, vektor pretvori v niz (angl. *string*). Pri dostopanju do položaja objekta pa se niz pretvori nazaj v vektor.

Ko uporabnik želi odpreti shranjen načrt prostora, se najprej iz datoteke prebere serializiran objekt, ki hrani podatke o prostoru. Ta objekt vsebuje sezname elementov prostora, v katerem vsak objekt predstavlja en element prostora. Glede na podatke v objektih se kreirajo novi igralni objekti s



Slika 4.10: Prikaz dela strukture razredov v katerih so shranjeni podatki o elementih prostora.



Slika 4.11: Prikaz 3D vizualizacije prostora brez omejitev.

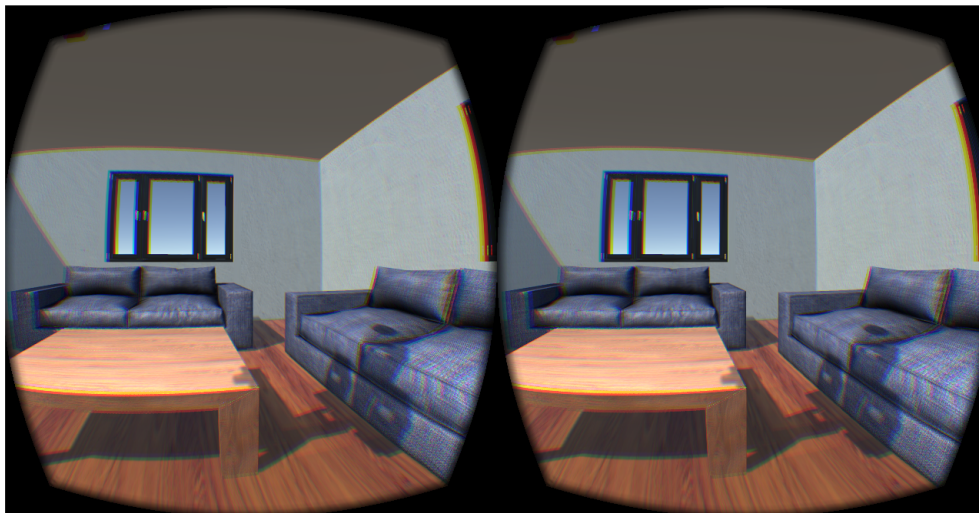
shranjenimi dimenzijami in položajem.

Pred prikazom prostora v 3D se izvede podoben postopek. Najprej se celoten prostor shrani in se potem na osnovi objektov prebranih iz datoteke zgradi 3D prikaz.

4.5 Vizualizacija prostora z Oculus Rift

Pri prikazu prostora v 3D ima uporabnik na voljo dva različna tipa prikaza in interakcije s prostorom. Prvi način je prosti pogled načrta, pri katerem ni nobenih omejitev premikanja in si uporabnik lahko prostor ogleda iz različnih zornih kotov, kot to prikazuje slika 4.11. V drugem načinu pa je gibanje omejeno na način, ki simulira človekovo gibanje po prostoru, kot je prikazano na sliki 4.7. Ne glede na tip prikaza prostora se sami elementi izrisujejo in prikazujejo na enak način. Pred prehodom programa iz modula za vnos prostora v modul za prikaz v 3D se vsi elementi shranijo na način kot je opisano v prejšnjem poglavju.

Prikaz prostora v 3D zgradimo na osnovi podatkov shranjenih v datoteki pripravljeni pred preходом v modul za prikaz prostora v 3D. Za prikaz načrta prostora se uporabljajo modeli narejeni v Blanderju in Unityju in modeli, ki se v času izvajanja generirajo z vgrajenimi funkcijami. Modeli, ki se



Slika 4.12: Prikaz 3D vizualizacije prostora z Oculus Rift očali.

generirajo v času izvajanja se uporabljajo predvsem za prikaz sten, stropa in tal. Nabor točk za grajenje modelov dobimo iz seznama položajev in višin kotnih elementov. Na osnovi teh točk zgradimo mrežo za prikaz stene, ki ima lahko poljubno višino in je lahko zgornja ali spodnja stranica pod določenim kotom. Isti nabor točk uporabljamo za izračun normal in matrike za prikaz tekstur. Nekoliko drugačen postopek je pri prikazu zakrivljene stene. Zakrivljene stene so v podatkovnem delu aplikacije predstavljene s koordinatami kontrolnih točk Bézierove krivulje. Za generiranje mreže modela zakrivljene stene uporabimo točke, ki se nahajajo na Bézierovi krivulji. Te iste točke uporabimo tudi pri generiranju tal in stropa, ki se dotikata te zakrivljene stene. Generiranje objekta v času izvajanja je potrebno tudi za stene, na katerih se nahajajo okna in vrata. Za prikaz vrat in oken se uporabljajo že pripravljeni modeli. Steno, na kateri se nahaja okno ali vrata, pa je treba izdelati programsko. Nabor točk dobimo iz kotnih objektov in iz robov objekta, ki predstavlja okno ali vrata.

Ko so vsi elementi prostora pripravljeni, se aktivira tudi ustrezna kamera. Za vizualizacijo prostora z Oculus Rift se uporablja vtičnik (*angl. plugin*) OVRPlugin za Unity. Del vtičnika je tudi kamera, ki jo uporabimo

za pravilen prikaz prostora na Oculus Riftu. Na sliki 4.12 je predstavljena vizualizacija prostora prikazana z Oculus Rift očali.

4.6 Glavne implementacijske posebnosti

V programu si na mestih za postavitev novih objektov pomagamo z enostavnimi kontrolnimi objekti, ki jih v času izvajanja postavimo na robne točke dodanih elementov prostora, ali pa so dodani kot del že pripravljenih modelov v Unityju ali Blanderju, kot to prikazuje slika 4.3. Pri vnosu prostora si npr. za postavitev sten pomagamo z enostavnimi objekti, ki jih postavimo na začetek in konec dodane stene in so za uporabnika nevidni. Na osnovi položaja teh objektov lahko na enostaven način vnesemo naslednjo steno, katere začetna točka je v končni točki prej dodane stene. Ti objekti, ki se nahajajo v kotih prostora, so zelo uporabni, ko uporabnik želi določen kot ali stranico premakniti. V kodi na enostaven način dobimo seznam vseh sten, ki se stikajo v izbranem kotu, ali v primeru premikanja stranice prostora seznam vseh sten, ki se dotikajo izbrane stene. Ko uporabnik npr. želi premakniti enega izmed kotov prostora, z miško izbere željeni kot in ga premakne na novo pozicijo. Takrat uporabnik v bistvu izbere enega od zanj nevidnih kotnih objektov. Ko spreminjamo položaj izbranega kotnega objekta glede na trenutni položaj miške, premikamo tudi vse druge kotne objekte, ki se nahajajo v tem kotu. Na osnovi teh kotnih objektov dostopamo do objektov sten, ki se stikajo v izbranem kotu prostora in so v hierarhiji objektov starši izbranih kotnih objektov. Na osnovi novega položaja kotnega objekta na enem koncu in položaja kotnega objekta na drugem koncu izbranih sten izračunamo novo dolžino in kot, pod katerim so postavljene stene.

Pomožni objekti se uporabljajo tudi pri postavitvi prostora v 3D. Modeli za stopnice vsebujejo enostavne objekte, ki so postavljeni v točke, ki predstavljajo kote odprtine, ki se nahaja v tleh in stropu na mestu, kjer so postavljene stopnice. Te pomožne objekte v času priprave stropa in tal za prikaz v 3D uporabimo za pridobivanje nabora točk za izdelavo mreže stropa

in tal, ki morajo imeti odprtino na ustreznem mestu.

Med vnosom prostora se v sceno dodajajo ustrezni objekti, poleg tega se podatki o prostoru shranjujejo tudi v objekte in sezname, ki predstavljajo podatkovno sliko prostora. Na osnovi teh podatkov je mogoče obnoviti sceno ali postavitev prostora shraniti v datoteko. Podatkovna predstavitev objektov je prikazana na diagramu na sliki 4.2. Poleg tega se hranijo tudi sezname s kazalci na določene igralne objekte v sceni. Na ta način lahko veliko hitreje dostopamo do vseh objektov v seznamu, ko je potrebno npr. najti najbližjo steno pri postavitvi okna ali vrat.

4.7 Ovrednotenje rešitve

Eden od glavnih ciljev pri razvoju aplikacije je bila dobra uporabniška izkušnja ter narediti vizualizacijo prostora, v katero se uporabnik lahko vživi. Aplikacija je narejena narejena zato, da ponuja različna orodja in možnosti vnosa prostora: vnos posameznih sten, zakrivljenih sten, že pripravljeni prostori, več različnih načinov urejanja obstoječe postavitve ipd.

Pri razvoju aplikacije, ki naj bi omogočila uporabniku, da se vživi v virtualni prostor, so bila v veliki meri v pomoč ocala Oculus Rifta. Oculus Rift je narejen tako, da je možganom težje določiti razliko med nečem kar dejansko vidimo in sliko, ki se predvaja na zaslonih. Zaradi tega uporabniku ni bilo težko pričarati občutek, da se dejansko nahaja v zgrajenem prostoru. Po drugi strani pa se zaradi načina prikaza lažje opazijo vse nepravilnosti na objektih ali na teksturah. Zaradi tega je bilo potrebno paziti kako bodo postavljeni elementi in texture pri generiranju sten. Prekrivanje objektov je lahko privedlo do pojava artefaktov, ki niso preveč opazni, ko se prostor gleda na zaslonu, pri prikazu na Oculusu pa skoraj bodejo v oči. Težava je bila tudi pri postavitvi tekstur. V primeru, da je bila npr. stena sestavljena iz več različnih objektov, so razlike v teksturi na Oculusu bile izrazite dočim jih na zaslonu mogoče niti ne bi opazili. Zaradi tega stene, na katerih so okna in vrata, nismo mogli zgraditi iz več manjših odsekov, ampak je bilo

potrebno objekt izdelati programsko z mrežo, ki se je natančno prilagajala drugim elementom.

V nadaljevanju bo podana primerjava uporabniške izkušnje in vizualizacije med aplikacijo, ki je narejena kot del diplomske naloge in aplikacijama Floorplanner in Roomsketcher.

Pri postavitvi prostora so uporabniku na voljo podobna orodja kot pri Floorplannerju, ker je ta program uporabljen kot osnova, kaj naj bi program za načrtovanje prostora zajemal. Pri premiku sten je pri naši aplikaciji za razliko od drugih dveh premik mogoč v vse smeri in ne samo vzporedno s prvotno pozicijo, kar je v določenih situacijah prednost. Lahko pa je tudi pomankljivost, če uporabnik želi steno res premakniti vzporedno za določeno razdaljo in bi mu prosti premik zaradi nenatančnosti miške lahko bil moteč. Aplikacija omogoča tudi premik sten, ki niso vzporedne z robovi delovne površine, kar ni na voljo pri drugih dveh. Čeprav Roomsketcher pri vnosu sten ponuja manj orodij, daje večji občutek tehnične natančnosti. Pri postavitvi stene se prikazujejo razdalje od trenutne točke do obeh koncev stene, od katere bi začeli vnos nove. Pri postavitvi sten, ki bi z že obstoječo bili na isti premici pa je v pomoč črtkana premica. Za razliko od Floorplannerja se novododane posamezne stene obravnavajo v soodvisnosti od sosednjih in ne kot posamezna enota.

Vnos oken, vrat in stopnic imajo vsi trije programi realizirano na podoben način. Uporabnik iz menija izbere element in ga povleče na željeno mesto. Pri vnosu vrat in oken je pri vseh treh na voljo funkcija, ki uporabniku pomaga postaviti element na najbližjo steno. Pri spremembi velikosti ali orientacije elementov vse tri aplikaciji ponujajo podobne možnosti. Razlika je, da se v naši aplikaciji uporabljajo gumbi na tipkovnici za rotacijo elementov, Floorpanner uporablja gumbe v meniju, Roomsketcher pa gumbe, ki se prikažejo zraven izbranega elementa.

Pri vnosu pohištva je podobno kot pri vnosu drugih elementov prostora. Floorplanner za razliko od drugih dveh ponuja možnost spremembe dimenzij elementov pohištva. Za uporabnika je to lahko uporabna funkcija, da lahko

prilagodi dimenzije realnim dimenzijam pohištva, ki jih ima na voljo. Pri razvoju aplikacije se je pokazalo, da so pri določenih elementih spremembe negativno vplivale na kvaliteto prikaza elementa v 3D. Zaradi tega je sprememba dimenzij pohištva onemogočena.

V naši aplikaciji je, za razliko od drugih predstavljenih, na voljo veliko manj različnih elementov prostora, kot so okna, vrata, kosi pohištva, luči. Na spletu ni na voljo veliko prostodostopnih modelov pohištva in prostora, vsaj ne takšnih, ki bi imeli texture, ki odražajo njihov videz v realnem svetu. Zaradi tega je večina elementov izdelana posebej za potrebe naše aplikacije. Prednost se je torej dala kakovosti in ne količini elementov. Število različnih elementov, ki so na voljo uporabniku je vsekakor pomemben del uporabniške izkušnje in je eden od možnih načinov nadgradnje aplikacije.

Pri razvoju aplikacije je glavni poudarek na vizualizaciji in potopitvi v navidezni svet. Če izvzamemo prikaz prostora z Oculus Riftom, je pri Roomsketcher najbolj podoben prikaz. Uporabnik se namreč lahko sprehaja po prostoru. Razlika je, da so elementi v Roomsketcherju narejeni enobarvno ali z enoličnimi teksturami.

Poglavje 5

Zaključek

V diplomski nalogi so predstavljene nekatere aplikacije za načrtovanje prostora. Podana je primerjava med njima, poleg tega so predstavljene prednosti in slabosti posamezne aplikacije. Ker uporaba naglavnih prikazovalnikov kot je Oculus Rift predstavlja logično nadgradnjo programov za načrtovanje prostora, so v nadaljevanju predstavljeni nekateri naglavni prikazovalniki, ki so trenutno na voljo na trgu. Predstavljeni so osnovni koncepti njihovega delovanja in osnovne razlike med njimi. Kot primer uporabe Oculus Rifta za vizualizacijo prostora je predstavljena aplikacija, ki omogoča vnos večnadstropnega prostora, elementov prostora kot so okna, vrata in stopnice ter pohištva. Cilj pri razvoju aplikacije je bil zagotoviti dobro uporabniško izkušnjo ter pri uporabniku ustvariti občutek, da se dejansko nahaja v zgrajenemu prostoru. To je v večji meri tudi doseženo. Občutek prisotnosti v prostoru bi še dodatno izboljšale texture modelov, ki bi bile še bolj realistične. Aplikacija ponuja manjše število različnih elementov prostora in je eno od področij kjer se aplikacija lahko razširi in izboljša. Mogoče so tudi izboljšave tekstur elementov prostora. Uporabniku se lahko omogočijo tudi dodane možnosti interakcije s prostorom, predvsem manipulacija z elementi v 3D pogledu. Nadgraditi je mogoče tudi vnos prostora v aplikacijo. Prostor bi se lahko vnašal samodejno na osnovi podane skice ali slike prostora.

Literatura

- [1] Floorplanner. [Online]. Dosegljivo:
<https://www.floorplanner.com>. [Dostopano 27. 6. 2016].
- [2] Autodesk Homestyler. [Online]. Dosegljivo:
<http://www.homestyler.com>. [Dostopano 27. 6. 2016].
- [3] Roomsketcher. [Online]. Dosegljivo:
<http://http://planner.roomsketcher.com>. [Dostopano 27. 6. 2016].
- [4] S. Katchhi, P. Sachdeva. “A Review Paper on Oculus Rift”, *International Journal of Current Engineering and Tehnology*, zv. 4, št. 5, str. 3589–3591, 2014.
- [5] I. Goradia, J. Doshi, L. Kurup. “A Review Paper on Oculus Rift & Project Morpheus”, *International Journal of Current Engineering and Tehnology*, zv. 4, št. 5, str. 3196–3200, 2014.
- [6] I. Sutherland. “A head-mounted three dimensional display”, Proceedings of the *Fall Joint Computer Conference*, zv. 1, str. 757–764, 1968.
- [7] HTC Vive [Online]. Dosegljivo:
<https://www.vive.com/>. [Dostopano 14. 11. 2016].
- [8] PlayStation VR [Online]. Dosegljivo:
<https://www.playstation.com/en-au/explore/playstation-vr/>. [Dostopano 20. 4. 2016].

- [9] Gear VR [Online]. Dosegljivo:
<http://www.engadget.com/2015/11/25/samsung-gear-vr-review-2015/>.
[Dostopano 20. 4. 2016].
- [10] Sulon Q. [Online]. Dosegljivo:
<http://www.sulon.com/>. [Dostopano 20. 4. 2016].
- [11] Google Cardboard. [Online]. Dosegljivo:
<https://vr.google.com/cardboard/>. [Dostopano 14. 11. 2016].
- [12] Unity 3D dokumentacija. [Online]. Dosegljivo:
<https://docs.unity3d.com/Manual/index.html>. [Dostopano 27. 6. 2016].